بسم الله الرحمن الرحيم

٩٣١٤٤

دانشگاه تبریز

دانشکده کشاورزی

گروه علوم دامی

پایان نامه

جهت دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته علوم دامی

عنوان

بررسی اثرات آنزیمهای تجزیه کننده الیاف بر روی ارزش غذایی یونجه با استفاده از روشهای *in situ* ،*in vitro* gas production ،*in vivo*

استاد راهنما

دکتر اکبر تقی زاده

استادان مشاور

دکتر حسین جانمحمدی

مهندس صادق علیجانی

پژوهشگر

بابک باغبانزاده نوبری

۱۳۸۷ /۲/ ۸

شهریور ۱۳۸۶

تقدیم به

پدرم

که قامت استوار و چشمان امیدوارش همواره عشق رفتن و شوق ماندنم است...

... که تمامی مکتب علمی و عملی زندگیم حاصل سختکوشی ایشان است ... که شاید گوشه ای کوچک از زحمات بیدریغ و همیشگی ایشان را جبران کند.

تقدیم به

مادرم

آموزگاری فداکار برای دانش آموزان و همیشه قدیس عشق و ایثار برای فرزندانش...

برای او که دستان پرمهرش همواره آرامش و گرما بخش خانه است...

تقدیم به

یگانه خواهرم

که نشاط و شادی و محبت او نعمتی بی دریغ و مرهمیست بر تمامی پریشانی ها و دل خستگیهایم...

تقدیم به

همسرم

که اعتماد

و

حوصله مثال زدنی

ایشان در مراحل مختلف تحصیل و زندگی موجب دلگرمی و افتخار من بوده و با فراهم آوردن محیطی آرام و سعه صدر همواره باعث اعتماد به نفس و اطمینان خاطر من بوده و هستند...

تقدیر و تشکر

همتم بدرقه راه کن ای طائر قدس که دراز است ره مقصد و من نوسفرم

خداوند سبحان را سپاسگذارم که به بنده حقیر توفیق انجام و اتمام پژوهش حاضر را عنایت فرمود.

بر خود واجب می دانم از استاد فرزانه جناب آقای دکتر اکبر تقی زاده که به عنوان استاد راهنما در مراحل مختلف تحقیق، اجرا و گزارش همواره با سعه صدر و رویی گشاده در کنار من بودند و در طول مدت تحصیل از راهنمائیهای اخلاقی و علمی ایشان بهره جسته ام تشکر و قدردانی نمایم.

از اساتید گرامی جناب آقایان دکتر حسین جانمحمدی و دکتر صادق علیجانی که مشاورت پایان نامه اینجانب را عهده دار بودند و در سایه توجهات ایشان و راهنمائیهای سودمندشان توانستم گامی درجهت کسب علم و دانش بردارم کمال تشکر و امتنان را دارم.

از جناب آقای دکتر جلیل شجاع که در فراهم آوردن و تامین دامهای مورد استفاده اینجانب را مورد مرحمت قرار دادند تشکر می نمایم.

در این میان و در امر داوری از ریاست محترم دانشکده دامپزشکی دانشگاه تبریز، استاد گرانقدر جناب آقای دکتر غلامعلی مقدم که زحمت داوری پایان نامه انجانب را قبول فرمودند قدردانی و برای ایشان طول عمر و سربلندی آرزومندم.

مدیریت محترم شرکت تک فرآورده های آریا، جناب آقای دکتر مالی با حمایت های بیدریغ و پیگیریهای مداوم در شکل گیری و ادامه پژوهش حاضر، متحمل زحمات بسیاری شده اند، بدین وسیله از ایشان و کارکنان ساعی شرکت که همواره در اعتلای صنعت تغذیه دام و طیور کشور عزیزمان کوشا هستند، تشکر و قدردانی می نمایم.

از مدیریت محترم ساختمان آزمایشگاههای تحصیلات تکمیلی آقای مهندس رضایی و مدیریت محترم حراست ساختمان جدید جناب حاج آقا نظری و کارکنان محترم گاوداری و گوسفنداری ایستگاه خلعت پوشان بخصوص جناب آقایان مهندس نریمانی و چراغی و همچنین مسئول محترم آزمایشگاههای تغذیه دام پیشرفته آقای مهندس سعید سکوتی و تشکر نموده و از زحمات ارزنده ایشان قدردانی مینمایم.

در امر اجرای پایان نامه دوستان و برادرم عزیزم جناب آقایان مهندس حمید پایا، مهندس وحید حصنی، مهندس مقصود بشارتی، مهندس محمدرضا شیخلو، مهندس پرویز نام آور، مهندس عادل انصاری، مهندس علیرضا برادران و مهندس مجتبی خبازی با اینجانب همکاری داشته و حضورشان در کنار اینجانب موجب دلگرمی و تشویق به انجام هر چه بهتر کارهای عملی بود که برای این عزیزان آرزوی موفقیت روزافزون در زندگی و تحصیل را دارم.

نام خانوادگی: باغبانزاده نوبری نام:بابک
عنوان پایان نامه: بررسی اثرات آنزیمهای تجزیه کننده الیاف بر روی ارزش غذایی یونجه با استفاده از روشهای*in vivo*، *in vitro* gas production، *in situ*
استاد راهنما: دکتر اکبرتقی زاده
استادان مشاور: دکتر حسین جانمحمدی- مهندس صادق علیجانی
مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد رشته: علوم دامی گرایش:غذا و تغذیه دام
دانشگاه: تبریز دانشکده: کشاورزی تاریخ فارغ التحصیلی:۱۳۸۶/۶/۳۱ تعدادصفحات:۱۲۵
کلید واژه ها: قابلیت هضم، *in vivo*، *in situ*، تولید گاز، گوسفند

چکیده :

به منظور بررسی اثرات آنزیم های تجزیه کننده الیاف بر روی ارزش غذایی یونجه، سه آزمایش انجام گرفت. در آزمایش اول تجزیه پذیری شکمبه ای یونجه دارای سطوح مختلف آنزیم با استفاده از روش کیسه های نایلونی در ۲ راس گوسفند قزل دارای فیستولای شکمبه ای اندازه گیری شد. مقایسه ضرایب تجزیه پذیری ماده خشک نشان داد که بخش سریع تجزیه(a) و کند تجزیه(b)، در تیمارهای حاوی آنزیم، بیشتر بود($P<0.0001$). در آزمایش دوم، تاثیر آنزیم بر میزان تولید گاز یونجه با استفاده از روش تولید گاز مورد بررسی قرار گرفت. میزان تولید گاز تیمارهای حاوی سطوح پایین و متوسط آنزیم، در مقایسه با تیمار کنترل و تیمار حاوی سطوح بالای آنزیم بیشتر بود($P<0.0001$). در آزمایش سوم، تاثیر سطوح مختلف آنزیم بر روی ارزش غذایی یونجه با استفاده از روش دام زنده و اندازه گیری قابلیت هضم مواد مغذی با روش غیر مستقیم(مارکر داخلی) مورد ارزیابی قرار گرفت. بدین منظور از ۱۶ راس گوسفند نژاد قزل استفاده شد. آنزیم به بخش علوفه جیره افزوده شد. تیمار۱، بدون آنزیم، تیمار۲ حاوی ۳ gr/kg DM آنزیم، تیمار۳ حاوی ۶ gr/kg DM آنزیم و تیمار ۴ حاوی ۱۲ gr/kg DM آنزیم بود. قابلیت هضم مواد مغذی با استفاده از اسید غیر محلول در خاکستر به عنوان مارکر داخلی، اندازه گیری و مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند. قابلیت هضم ماده خشک، ماده آلی، پروتئین خام، NDF و ADF تحت تاثیر تیمارها قرار گرفتند($P<0.05$). نتایج این مطالعه نشان داد که آنزیم های

ادامه چکیده پایان نامه

خارجی که به جیره نشخوارکنندگان افزوده می شود، می توانند سبب بهبود ارزش غذایی مواد خوراکی گردند.

فهرست مطالب

عنوان ..... صفحه

فصل اول: مقدمه ۱

فصل دوم: بررسی منابع

۲-۱- مروری بر ساختمان الیاف گیاهی ۴

۲-۲- مروری بر میکروبیولوژی شکمبه ۷

۲-۲-۱- باکتریهای شکمبه ۷

۲-۲-۱-۱- باکتریهای هضم کننده سلولز (سلولولیتیک) ۸

۲-۲-۱-۲- باکتریهایی هضم کننده نشاسته (آمیلولیتیک) ۸

۲-۲-۱-۳- تخمیر کننده های قند های محلول ۸

۲-۲-۱-۴- باکتریهای تجزیه کننده پروتئین (پروتئولیتیک) ۹

۲-۲-۱-۵- ئیدرولیز کننده‌های چربی ۹

۲-۲-۱-۶- مصرف کننده های گوگرد ۱۰

۲-۲-۲-تک یاخته های شکمبه ۱۱

۲-۲-۳- قارچ های بی هوازی ۱۲

۲-۳- آنزیمهای خوراکی برای نشخوارکنندگان ۱۲

۲-۴- منشاء آنزیمها ۱۴

۲-۵-فعالیت آنزیمی درگیر در هضم دیواره سلولی ۱۶

۲-۶- اندازه گیری فعالیت آنزیمی ۱۷

۲-۷- سطح آنزیم ۲۰

۲-۸- مکانیسم عمل آنزیم ۲۲

۲-۸-۱- اثرات قبل از مصرف ۲۴

۲-۸-۲- اثرات شکمبه ای ۲۷

۲-۸-۳- اثرات هم کنشی با میکروارگانیسم های شکمبه ۲۸

۲-۹- ویزگی آنزیم- خوراک اختصاصی ۳۳

۲-۱۰- روشهای بکارگیری آنزیم در تغذیه دام ۳۵

۲-۱۱- پاسخ دام به آنزیم ۳۸
۲-۱۰-۱- گاوهای گوشتی ۳۸
۲-۱۰-۲- گاوهای شیری ۴۲
۲-۱۰-۳- بره ها ۴۳
۲-۱۲- دلایل و مفاهیم ۴۴
۲-۱۳- سطح بهره وری دام ۴۵
۲-۱۴- دیگر عواملی که راندمان آنزیم در نشخوارکنندگان را تحت تاثیر قرار میدهد ۴۷
۲-۱۴-۱- وضعیت انرژی دام ۴۹
۲-۱۴-۲- زمان ماندگاری ۵۰
۲-۱۴-۳- مقاومت در برابر گرما ۵۰
۲-۱۵- استفاده از آنزیم در نشخوارکنندگان ۵۱

فصل سوم : مواد و روشها

۳-۱-محل انجام پژوهش، مواد خوراکی و دامهای مورد استفاده ۵۵
۳-۱-۱- آنزیم مورد استفاده ۵۵
۳-۱-۲- مواد خوراکی مورد استفاده ۵۶
۳-۱-۳- دامهای مورد استفاده ۵۶
۳-۱-۴- تجزیه شیمیایی ۵۷
۳-۲- اندازه گیری تولید گاز در شرائط آزمایشگاهی ۵۷
۳-۲-۱- روش آماری ۵۹
۳-۳- برآورد تجزیه پذیری به روش *in situ* ۶۰
۳-۳-۱- روش آماری ۶۱
۳-۴- تعیین قابلیت هضم با استفاده از روش *in vivo* ۶۲
۳-۴-۱- نحوه محاسبه قابلیت هضم ۶۴
۳-۴-۲- روش آماری ۶۶

فصل چهارم: نتایج و بحث

۴-۱- آنالیز مواد غذایی ۶۸

۴-۲- تعیین قابلیت هضم با استفاده از روش *in vivo* ۶۹

۴-۳- اندازه گیری گاز تولید شده در روش *Gas production* ۷۳

۴-۴- محاسبه ناپدید شدن تیمارها در روش *in situ* ۷۷

۴-۴-۱- ناپدید شدن ماده خشک ۷۷

۴-۴-۲- ناپدید شدن پروتئین خام ۸۰

۴-۴-۳- رابطه بین تجزیه پذیری ماده خشک و حجم گاز تولیدی ۸۰

فصل پنجم : پیشنهادات ۸۶

فصل ششم : ضمائم ۸۸

جدول ۴-۳-گاز تولید شده توسط تیمارهای مورد آزمایش ۸۹

شکل ۴-۱- منحنی تولید گاز در تیمارهای مورد آزمایش ۹۰

شکل۴-۲- مقایسه میانگین تولید گاز در تیمارهای مورد آزمایش ۹۱

جدول ۴-۵-میانگین تجزیه پذیری ماده خشک، روش *in situ* ۹۲

شکل ۴-۳- منحنی تجزیه پذیری ماده خشک، روش *in situ* ۹۳

شکل۴-۲- مقایسه میانگین تجزیه پذیری ماده خشک، روش *in situ* ۹۴

جدول ۴-۵-میانگین تجزیه پذیری پروتئین خام، روش *in situ* ۹۵

شکل ۴-۳- منحنی تجزیه پذیری پروتئین خام ، روش *in situ* ۹۶

شکل۴-۲- مقایسه میانگین تجزیه پذیری پروتئین خام ، روش *in situ* ۹۷

فهرست منابع ۹۸

مقدمه

در مراحل مختلف پرورش دامهای مزرعه ای، تامین مواد خوراکی دارای بیشترین اهمیت بوده و بالاترین هزینه ها شامل هزینه های خوراک می باشد. استفاده بهینه از مواد مغذی در جهت احراز سود بیشتر و تولید منطبق با حداکثر پتانسیل ژنتیکی دامها بدون شک یکی از اهداف مهم در زمینه تغذیه دام می باشد.

دامهای نشخوارکننده بواسطه وجود شکمبه و اکولوژی منحصر بفرد آن، دارای قابلیت های ویژه ای از قبیل توانایی هضم و استفاده از اجزای مواد فیبری می باشند. مواد فیبری یکی از بخشهای مهم تامین انرژی برای نشخوارکنندگان می باشد. دام میزبان انرژی را از سلولهای میکروبی و محصولات نهایی حاصل از فرآیند تخمیر دریافت می کند، از این روتوجه به فرآیندهای درگیر در هضم فیبر از جمله مباحث جالب توجه و مورد مطالعه محققان علوم مرتبط با تغذیه نشخوارکنندگان می باشد.

افزایش قابلیت هضم مواد فیبری و بهبود ارزش تغذیه ای آنها از دیرباز مطرح بوده و استفاده از فرآیندهای فیزیکی و شیمیایی قبل از خوراک دهی از جمله افق های نو در این زمینه می باشد که یکی از این راهکارها، استفاده از آنزیمهای تجزیه کننده الیاف می باشد.

میکروارگانیسمهای شکمبه شامل قارچها و باکتریها با تولید انواع مختلف آنزیمهای تجزیه کننده الیاف دارای بیشترین نقش در این زمینه بوده و همواره در کانون توجه بوده اند. اولین استفاده تجاری از این آنزیمها در تغذیه دام به سال ۱۹۸۴ در کشور فنلاند برمیگردد. در طی سالهای اخیر استفاده از محصولات تجاری آنزیمی که مخلوطی از چندین آنزیم مختلف میباشند، گسترش یافته است. اکثر این محصولات حاصل از تخمیر باکتریایی و یا قارچی می باشند که در مراحل مختلف تخمیر استخراج و خالص سازی میشوند.

امروزه هماهنگ با پیشرفت علم ژنتیک مولکولی و امکان تهیه سویه های مختلف باکتریها و قارچها، نیز افزایش نگرانی عمومی استفاده از آنتی بیوتیکها و هورمونها در تغذیه دام، به نظر می رسد اقبال عمومی در استفاده از آنزیمها رو به افزایش است.

تحقیقات کنونی متخصصان تغذیه دام در ارتباط با تکنولوژی آنزیم بیشتر بر موضوعاتی چون مقایسه کارآیی روشهای مختلف افزودن آنزیم، تاثیر آنزیمها بر روی عملکرد با تاکید بر روی صرفه اقتصادی، اثرات آنزیمها بر روی اکوسیستم شکمبه و حذف عوامل ضد تغذیه ای متمرکز شده است.

در پژوهش حاضر با توجه به اهمیت مفهوم روند تغییرات و تعیین فراسنجه ها در درک قابلیت هضم مواد خوراکی، اهداف زیر دنبال شده است:

- تعیین قابلیت هضم ماده خشک و پروتئین خام یونجه، پس از افزودن سطوح مختلف محصول آنزیمی با استفاده از روش کیسه های نایلونی
- بررسی اثرات آنزیمی مورد استفاده بر مشخصات تولید گاز علف یونجه
- تعیین قابلیت هضم مواد مغذی علف یونجه تیمار شده با آنزیم با استفاده از روش دام زنده

بررسی منابع

۲-۱- مروری بر ساختمان الیاف گیاهی

کربوهیدراتها منبع عمده انرژی در جیره های غذایی نشخوارکنندگان می باشند و معمولاً از ۶۰ تا ۷۰ درصد از کل جیره را تشکیل می دهند (NRC ، ۲۰۰۱). وظیفه اصلی کربوهیدراتها تامین انرژی برای میکروب های شکمبه و دام میزبان می باشد. وظیفه ثانوی، اما اساسی بعضی از انواع کربوهیدراتها حفظ سلامت دستگاه گوارش می باشد.بخش کربوهیدرات خوراکها، مخلوط پیچیده ای از تعداد زیادی از مونومرها و پلیمرهاست که معمولاً بر طبق روشهای تجزیه ای و قابلیت دسترسی برای دام تعریف می شوند.

طبق نظریه ون سوست (۱۹۶۷)، مهمترین کربوهیدراتهای یک سلول گیاهی به دو قسمت کربوهیدراتهای داخل سلولی یا غیر ساختمانی (قند، نشاسته و پکتین) و کربوهیدراتهای ساختمانی (عمدتاً سلولز و همی سلولز) تقسیم میشوند.

دیواره سلولی، از دو بخش دیواره سلولی اولیه و ثانویه تشکیل شده است. دیواره اولیه، ترکیبی است از چندین پلی ساکارید از قبیل سلولز، بتا-گلوکان، هتروگلوکان ها، گلوکوآربینوزایلان، هتروزایلان ها و پکتین.

پروتئین های ساختاری و دیگر پروتئین ها در دیواره اولیه گیاهان ذخیره می شوند. زمانی که رشد سلولهای گیاهی متوقف شده و فرآیند بلوغ شروع شود، ذخیره سازی و لیگنینی شدن دیواره ثانویه آغاز می شود. سلولز، کربوهیدرات اصلی دیواره ثانویه است. مقدار اندکی پکتین و همی سلولز نیز در آن دیده می شود.

دیواره ثانویه ضخیم تر است و به سلول گیاهی استحکام می بخشد. ساختارهای اصلی دیواره های اولیه و ثانویه، کربوهیدراتهای پیچیده سلولز و همی سلولز هستند. دیواره های اولیه و ثانویه، بخش اعظم علوفه را تشکیل می دهند(۴۰ تا ۸۰ درصد). انسان و سایر گونه های با سیستم هضمی مشابه، توانایی محدودی در هضم دیواره سلولی گیاهان دارند.

سلولز یک ماده فیبری، سخت و نا محلول در آب می باشد که در دیواره سلول های گیاهی و بخصوص ساقه، ریشه، تنه و تمامی نـواحی چـوبی دیگـر بـدن گیـاه وجـود دارد. ایـن مـاده در سیتوپلاسم سلولی سنتز شده ودر خارج از پلاسمالما مستقر می شود. سلولز پلیمر بدون انشعابی از مولکول بتا- گلوکوپیرانوز به شکل رشته هایی کوچک تشکیل شده اسـت (Van Soest، ۱۹۸۲). همانند آمیلوز و زنجیره های اصلی آمیلو پکتین و گلیکوژن ، مولکول سلولز یک همو پلی ساکارید خطی غیر منشعب، حاوی ۱۰,۰۰۰ تا۱۵,۰۰۰ واحد D- گلوکز می باشـد.(Harper، ۲۰۰۴). ولـی یک تفاوت مهم وجود دارد: واحدهای گلوکز موجود در سلولز دارای اتصالات β بـوده، در حـالی که واحدهای گلوکز موجود در آمیلوز، آمیلوپکتین و گلیکوژن دارای اتـصالات α میباشـند. ریـشه های گلوکز موجود در سلولز دارای پیوندهای گلیکوزیدی (β۱→۴) هستند. این تفاوت سبب مـی گردد تا ساختمان سه بعدی و خصوصیات فیزیکی سلولز و در نتیجه دیواره سلولی بسیار متفـاوت از ساختار کربوهیدراتهای غیر ساختمانی باشد. (Cox، ۲۰۰۱).

همی سلولز، ترکیبات پلیمری از پنتوز هستند. در آب داغ غیر محلول، اما در اسـید و قلیـاء رقیق محلول می باشند. همی سلولز ترکیبی است از زنجیره راست زایلوز شامل بخـش متفـاوت از آرابینوز، اسید اورونیک (گلوکورونیک و گالاکتورونیک) و گالاکتوز(Cox، ۲۰۰۱).

این پلیمرها به شکل زنجیره های انشعابی کوتاهتر از زنجیره های سلولز وجود دارند. همی سلولزها می توانند به دو دسته تقسیم شوند: همی سلولزهای خارج لایه ها که الیاف های کوچـک (میکروفیبریل) سلولز را محصور می کنند و همی سلولزهای داخل لایه هـا کـه بـین دیـواره هـای سلولهای برگها تقسیم شده اند (Van soest، ۱۹۸۲).

همی سلولزها پیوندهای محکم کوالانتی با لیگنین دیواره سلولی تشکیل مـی دهنـد. درجـه انشعاب همی سلولز همچنین درجه لیگنینی شدن و در دسترس قرار دادن آنها را در داخل شـکمبه تحت تاثیر قرار می دهد. در گندمیان جوان مقدار زیاد آرابینوز زنجیره هـای کنـاری، عامـل اصـلی

محدود کننده درجه هیدرولیز همی سلولزها را تشکیل می دهد، در حالیکه درجه لیگنینی شدن عامل محدودیت برای گندمیان بالغ می باشد. (Cox، ۲۰۰۱).

با ادامه رشد و بلوغ گیاه، داخل سلولهای علوفه یک ماده غیر کربوهیدراتی تحت عنوان لیگنین در دیواره اولیه و ثانویه تشکیل می شود. این ترکیب پیچیده باعث استقامت و دوام گیاه می شود. لیگنین به عنوان اسکلت اولیه در سلولهای گیاهی در نظر گرفته می شود. این ماده از نظر تغذیه ای حائز اهمیت است، چون یک ماده غیر قابل هضم است و حضور آن باعث محدود شدن دسترسی به سلولز و همی سلولز می شود. همراه با بلوغ گیاه، لیگنین بیشتری در دیواره سلولی ذخیره می شود و هضم آن را مشکل تر می سازد.

لیگنین یک کربوهیدرات نیست بلکه پلیمری بی حرکت است که از بقایای فنیل پروپان شکل گرفته است که مهمترین ترکیب اصلی آن از گروههای فنولی در گیاه است. سه مونومری که در مولکول لیگنین بیشتر یافت شده اند اکثراً عبارتند از الکل پ- کوماریلیک، کونی فریلیک و سیناپیلیک. این ترکیبات از اسیدهای آمینه ای مثل فنیل آلانین و تیروزین سنتز شده اند. لیگنین در علوفه دارای مقدار زیادی اسید پ- کوماریک، دی فرولیک، پ- هیدروکسی- بنزوئیک و وانیلین است (Cox، ۲۰۰۱).

۲-۲- مروری بر میکروبیولوژی شکمبه

۲-۲-۱ - باکتریهای شکمبه

باکتریهای شکمبه فراوانترین گروه میکروارگانیسم های موجود در شکمبه هستند و آنها را می توان بر اساس ماده غذایی که مورد تجزیه و استفاده قرار می‌دهند طبقه بندی کرد . در گروه بندی نوین باکتریها به سه گروه کلی باکتریها تقسیم می شوند .

۱ – هضم کننده های دیواره سلولی

۲ – هضم کننده های عمومی (که قادر به هضم هم دیواره سلولی و هم محتویات سلولی هستند)

۳ – هضم کننده های محتوای سلولی

به دو گروه آخر باکتریهای تخمیر کننده ثانویه نیز اطلاق می شود . به عبارت دیگر اینها ماده غذایی خود را از تخمیر کننده های اولیه کسب می کنند . باکتریهای شکمبه از لحاظ تعداد بین $۱۰^{۹}$ تا $۱۰^{۱۱}$ عدد در هر میلی متر از مایع شکمبه وجود دارندواین تعداد بر اساس نوع ماده غذایی مصرفی مطابق جدول (۱-۱) متفاوت می باشد (Church، ۱۹۸۸؛ Hungate، ۱۹۶۶).

جدول ۲ –۱ – تاثیر مواد خوراکی مصرفی مختلف بر روی جمعیت باکتریایی شکمبه

نوع خوراک	تعداد باکتریها در هر میلی لیتر شیرابه شکمبه
کاه	$۱۰^{۹}$ * ۱۵ – ۴
علوفه خشک	$۱۰^{۹}$ * ۱۵ – ۹
جیره پر نشاسته (غلات)	$۱۰^{۹}$ * ۶۰ – ۵۰
تفاله چغندر	$۱۰^{۹}$ * ۱۵ – ۹

۲-۲-۱-۱- باکتریهای هضم کننده سلولز [1] (سلولولیتیک)

این گروه از باکتریها جزء تخمیر کننده های اولیه محسوب شده و توانایی تجزیه دیواره سلولی را دارا می باشند ، از مهمترین باکتریهای این گروه عبارتند از : رومینوکوکوس فلیوفسینز [2] و رومینوکوکوس آلبوس [3] (Church، ۱۹۸۸؛ Hungate، ۱۹۶۶).

۲-۲-۱-۲- باکتریهایی هضم کننده نشاسته [4] (آمیلولیتیک)

این گروه نسبت به باکتریهای تجزیه کننده سلولزبه تغییرات pH حساسیت کمتری نشان میدهند در مقایسه با باکتریهای سلولولیتیک این گروه ازباکتریها بیشتربه آمینو اسیدها وپپتیدها بعنوان منبع نیتروژن نیاز دارند از مهمترین باکتریهای این گروه میتوان به استرپتوکوکوس بویس [5] و باکترویدزس آمیلوفیلوس [6] اشاره کرد (Church، ۱۹۸۸؛ Hungate، ۱۹۶۶).

۲-۲-۱-۳- تخمیر کننده های قند های محلول [7]

بسیاری از باکتریهایی که می توانند سبب تخمیر نشاسته شوند ، قندهای محلول مانند فروکتانها ، ساکاروز و سایر قندهای ساده را نیز می توانند تخمیر نمایند ، البته تفاوت آنها در این است که بر خلاف سلولز و نشاسته ، باکتریهایی این گروه نمی توانند به قندها بچسبند .

---

1 - **Cellulose digesters**
2 - ***Ruminococcus flavefaciens***
3 - ***Ruminicoccus albus***
4 - **Starch digesters**
5 - ***Streptococcus bovis***
6 - ***Bacteroides amylophilus***
7 - **Sugars utilizers**